ARTICULATA 2012 27 (1/2): 67–77 ÖKOLOGIE

Die Bedeutung wildlebender Huftiere für das Vorkommen von Kurzfühlerschrecken (Caelifera) am Beispiel der Gefleckten Keulenschrecke (*Myrmeleotettix maculatus*) und der Säbeldornschrecke (*Tetrix subulata*)

Jörn Krütgen

Abstract

The importance of ungulates living in the wild as ecosystem engineers for the mottled grasshopper (*Myrmeleotettix maculatus*) and the slender ground-hopper (*Tetrix subulata*) was investigated in an area with relatively high game density in the district of Segeberg (Schleswig-Holstein). *M. maculatus* was visually recorded in 2010 on 18 linear transects measuring ten meters each. The transects were located depending on the presence of open soils due to zoogenic impacts (game) and corresponding controls in undisturbed vegetation at a former extraction site. The amount of individuals per transect in areas with open soil was up to ten times higher than in those with undisturbed vegetation.

The bycatch of *T. subulata* during an investigation of ground beetles from 2011 at game passes at a flowing water was evaluated. Four pitfall traps were located at each of the five investigated game passes. In contrast ten traps were located at a control site in undisturbed high grown vegetation. In areas with disturbed vegetation (game pass) the species was found in nearly every pitfall trap (95%). In contrast it could only be found in 30% of all traps located in undisturbed vegetation. In both cases game created habitats for the analyzed species and contributed to maintain them due to its behavior.

Zusammenfassung

In einem Gebiet mit relativ hohen Wildbeständen im Kreis Segeberg (Schleswig-Holstein) wurde die Bedeutung wildlebender Huftiere als Habitatbildner für die Gefleckte Keulenschrecke (*Myrmeleotettix maculatus*) sowie die Säbeldornschrecke (*Tetrix subulata*) untersucht. Die Erfassung von *M. maculatus* im Jahr 2010 erfolgte auf 18 zehn Meter langen linearen Transekten. Diese wurden in Abhängigkeit von zoogenen (Wild) Störstellen und in ungestörter Vegetation im Bereich einer ehemaligen Abbaugrube auf Sicht abgesucht. Die Anzahl gefundener Individuen je Transekt lag in Bereichen mit zoogenen Offenbodenstellen bis zu zehnmal höher als in der geschlossenen Vegetation. Für *T. subulata* wurde eine Beifangauswertung einer aus dem Jahr 2011 stammenden Laufkäfererfassung an Wildwechseln an einem Fließgewässer durchgeführt. Bei der Untersuchung wurden fünf Wechsel jeweils mit vier Bodenfallen beprobt. Demgegenüber wurden zehn Fallen in der ungestörten hochwüchsigen Vegetation gestellt. Im Bereich der gestörten Vegetation (Wechsel) wurde die Art in nahezu sämtlichen Bodenfallen (95%) nachgewiesen. Im Gegensatz hierzu wurde *T. subulata* in nur 30% aller Fallen am Kontrollstandort (geschlossene Vegetation) gefunden.

In beiden Fällen schuf das Wild Lebensstätten für die untersuchte Art und trug durch sein Verhalten zum Bestand dieser bei.

Einleitung

Freilebende Huftiere stehen in einer Wechselbeziehung mit ihrem Lebensraum. Während ihr Vorkommen von Faktoren wie dem Nahrungsangebot, Räuber-Beute-Beziehungen oder auch Ruhezonen abhängt, beeinflussen sie durch ihr Verhalten die Lebensraumeignung für andere Organismen. Hier unterscheidet man zwischen direkten Effekten wie Prädation oder Konkurrenz um Nahrungspflanzen und indirekten Effekten. Die indirekten Effekte beinhalten die Modifikation des Lebensraumes durch das Verhalten des Wildes. Diese umfassen zum Beispiel die Veränderung der pflanzlichen Biomasse im System durch Verbiss oder aber strukturelle Veränderungen durch Vertritt, Scharren, Wühlen oder ähnliches (CÔTÉ et al. 2004, STEWARD 2001). Die letztgenannten Eigenschaften des Wildes führten zum Begriff des "ecosystem engineer" (JONES et al. 1994) oder auch "keystone herbivore" (STEWARD 2001).

Das Forschungsvorhaben "Wild und Biologische Vielfalt" befasst sich mit diesen Effekten (vgl. RECK et al. 2009). Es soll gezeigt werden, welchen Einfluss Schalenwildarten auf die biologische Vielfalt in der Kulturlandschaft haben können. Die vorliegende Arbeit behandelt die Wirkungen auf Kurzfühlerschrecken (Caelifera). Dabei sollte die mögliche Bedeutung von wildlebenden Huftieren als Bildner von Habitaten der meso- bis xerophilen Gefleckten Keulenschrecke (*Myrmeleotettix maculatus*) und der hygrophilen Säbeldornschrecke (*Tetrix subulata*) erfasst werden.

Material und Methoden

Myrmeleotettix maculatus

Am 13.08.2010 und somit zu einem Zeitpunkt an dem eine hohe Anzahl an Imagines zu erwarten war (vgl. DETZEL 1998) wurden bei geeigneter Witterung (sonnig, warm, geringer Wind) zwei Flächen nördlich der Ortschaft Negernbötel (Kreis Segeberg) auf das Vorkommen von *M. maculatus* hin untersucht. Beide Flächen wurden regelmäßig von Damwild (*Dama dama*) als Äsung genutzt, was die Sukzession von Gehölzen stark einschränkte. Zudem fanden sich Wühlstellen des Wildschweins (*Sus scrofa*).

Fläche I war eine stark vergraste Heide auf der sich an einem Nadelwaldrand mehrere von Damwild geschaffene Offenbodenflächen befanden. Form und Lage legen eine Funktion als Brunftkuhle nahe (UECKERMANN & HANSEN 2002). Fläche II lag circa 100 m nördlich von Fläche I. Es handelte sich um eine frühere Abbaugrube, die ebenfalls vergraste Heidestadien aufwies. Beide Flächen weisen sandige Böden und eine verfilzte dichte Grasnarbe auf, die an exponierten Bereichen kleinräumig (wenige Quadratmeter) von Trockenrasen-Biotopen durchsetzt war. Zum Nachweis von *M. maculatus* wurden auf Fläche I 12 lineare Transekte abgelaufen. Die Erfassung auf den zehn Meter langen Transekten erfolgte auf Sicht bei einer Sichthöhe von etwa 1,2 m und einer Suchbreite von rund einem Meter. Die Auswahl (Anzahl, Länge und Lage) der Transekte orien-

tierte sich an den vorhandenen Störstellen. Entsprechend verliefen auf Fläche I sechs Transekte über zoogen (Damwild) gestörte Flächen (> 80% Offenboden) sowie sechs weitere als Kontrollen in ungestörter Vegetation (< 5% Offenboden). Die Transekte an den Störstellen waren von schütterer Initialvegetation umgeben (vgl. Abb. 1). Die Deckung erreichte maximal etwa 40%. Daran anschließend verliefen die Transekte in der geschlossenen Vegetation in Bereichen mit 100% Deckung. Dominant waren Gräser und Moose die eine dichte, etwa 30 cm hohe verfilzte Vegetationsdecke bildeten. Auf Fläche II wurden drei Transekte begangen, die Störstellen des Dam- und Schwarzwildes beinhalteten (ca. 50% Offenboden) und drei weitere als Kontrollen in ungestörter Vegetation (< 5% Offenboden). Die erstgenannten Transekte bildeten eine Mischung aus Störstellen und dichter Vegetation (vgl. Fläche I). Die Kontrollen glichen in ihrer Vegetationsstruktur denen auf Fläche I.

Für die statistische Auswertung wurden die Gruppen "mind. 50% Offenboden" und "< 5% Offenboden" gebildet und mit Hilfe des Programms PAST (HAMMER 2011) ein MANN-WHITNEY-U-Test bezüglich der Anzahl an *M. maculatus* Funden durchgeführt.

Tetrix subulata

Zwischen dem 05.05. und 16.06.2011 und somit zu einem Zeitpunkt mit hoher Anzahl an Imagines (vgl. BAUER et al. 2006) wurden am Blunker Bach (Kreis Segeberg) Untersuchungen zum Vorkommen von Laufkäfern an Wildwechseln (WW) durchgeführt. Die landwirtschaftliche Nutzung im untersuchten Abschnitt beschränkte sich auf Grünlandnutzung. Zudem fanden sich Grünlandbrachen. Die Ufer waren steil und mit dichter nitrophiler Vegetation bestanden. Die Wasserlinie lag etwa einen Meter unter Flur. Die steilen, vegetationsreichen Ufer wurden regelmäßig von Wildwechseln unterbrochen. Diese Strukturen wurden durch ein Fehlen von Vegetation und ein flaches, schlammiges Ufer (an der Wasserlinie) charakterisiert (vgl. Abb. 2).

Zur Erfassung der Laufkäfer wurden fünf Wechsel mit je vier Barberfallen ausgestattet (zwei je Ufer). Hierbei handelte es sich um 0,2 l fassende Kunststoffbecher, die eine fünf prozentige Essigsäure als Fangflüssigkeit enthielten. Diese wurden direkt am Rand des Wechsels im Bereich der gestörten Vegetation eingegraben. Die Wechsel waren relativ schmale (zwischen 20 und 80 cm) lineare Offenbodenstellen, die senkrecht zum Ufer verliefen und eine Länge von ein bis zwei Metern je Uferseite aufwiesen. In der Regel verbreiterten sich die Wechsel zum Gewässer hin. Aufgrund der relativ steilen Ufer entstand ein kleinräumiges Mosaik unterschiedlicher Bodenfeuchte von nass bis eher trocken. Die Wechsel lagen verteilt über eine Uferlänge von etwa 150 m.

Zusätzlich wurden fünfmal zwei Fallen als Kontrollen an vom Wild ungestörten Uferbereichen gestellt. Je Uferseite wurde eine Falle in einem Abstand von zwei Metern eingegraben. Hier dominierte nitrophile dicht- und hochwüchsige (> 1 m) Vegetation. Der nächstgelegene Wildwechsel (WW I) lag etwa 50 m südlich. Die Fallen wurden in einem zweiwöchigen Turnus gelehrt, beziehungsweise neu gestellt. Neben den gefangenen Laufkäfern wurden auch beigefangene Heuschrecken ausgewertet.

Mit Hilfe des Statistikprogrammes PAST wurde ein MANN-WHITNEY-U-Test für den Vergleich der *T. subulata* Funde an den Wechseln und denen am Kontrollstandort durchgeführt. Da an den Wechseln doppelt so viele Fallen gestellt waren, wurden je Wildwechsel und Uferseite zufällig eine Falle ausgewählt und die Funde dieser zehn Fallen denen der Kontrolle gegenübergestellt.



Abb. 1: Störstellen auf Fläche I.



Abb. 2: Wildwechsel.

Ergebnisse

Myrmeleotettix maculatus

Insgesamt wurden 70 Imagines gezählt. Von denen entfielen fünf Tiere auf Bereiche mit geschlossener Vegetation (< 5% Offenboden). Drei dieser Tiere wurden auf Wiesenameisenbauten gefunden.

Tab. 1: Anzahl an Funden von *M. maculatus* je Transekt, Fläche und Offenbodenanteil (Typ).

Transekt	Fläche	Typ	Funde
T01	I	> 80 % Offenboden	6
T02	I	> 80 % Offenboden	6
T03	I	> 80 % Offenboden	8
T04	I	> 80 % Offenboden	9
T05	I	> 80 % Offenboden	9
T06	I	> 80 % Offenboden	8
T07	I	< 5 % Offenboden	2
T08	I	< 5 % Offenboden	0
T09	I	< 5 % Offenboden	0
T10	I	< 5 % Offenboden	0
T11	I	< 5 % Offenboden	2
T12	I	< 5 % Offenboden	0
T13	II	50 % Offenboden	10
T14	II	50 % Offenboden	5
T15	II	50 % Offenboden	4
T16	II	< 5 % Offenboden	0
T17	II	< 5 % Offenboden	0
T18	II	< 5 % Offenboden	1

Tabelle 1 zeigt die Anzahl gefundener Exemplare von *M. maculatus* je Transekt. Zudem zeigt sie die Länge und den Anteil an Offenboden der untersuchten Transekte. Die meisten Nachweise gelangen auf beiden Flächen im Bereich der gestörten Vegetation

Das Ergebnis des MANN-WHITNEY-U Tests zeigt, dass auf den Transekten mit einem Mindestanteil von 50% Offenboden signifikant (Exact $p< 0,001$) mehr Individuen von *M. maculatus* als auf denen mit einem Offenbodenanteil von unter 5% gefunden wurden.

Tetrix subulata

Im Laufe der Untersuchung wurden an den Wildwechseln mit 20 Fallen 71 *T. subulata* gefangen. Im Gegensatz dazu gelangen am Kontrollstandort mit 10 Fallen nur drei Fänge. Es wurden vornehmlich Männchen gefangen. Einzig an Wildwechsel (WW) I und WW V wurden auch Weibchen erfasst. An einem Standort (WW V) wurde auch eine Larve gefangen. Auffallend war, dass alle Männchen brachypronotal waren und nur sechs der elf Weibchen langdornig.

Tab. 2: *T. subulata* - Beifänge je Standort; WW: Wildwechsel, Kon: Kontrolle, m: Männchen, w: Weibchen, L: Larve.

Standort	m	w	L	Total	je Falle	Besetzte Fallen je Standort
WW I	14	4		18	4,5	100%
WW II	9			9	2,25	100%
WW III	8			8	2	100%
WW IV	10	1		11	2,75	75%
WW V	18	6	1	25	6,25	100%
Kon I	2			2	1	100%
Kon II				0	0	0%
Kon III	1			1	0,5	50%
Kon IV				0	0	0%
Kon V				0	0	0%

Das Ergebnis des MANN-WHITNEY U-Tests zeigt, dass signifikant mehr Tiere an den Wildwechseln gefangen wurden als am Kontrollstandort (Exact $p< 0,01$). Das gleiche gilt für den Vergleich der übrigen Fallen mit der Kontrolle. Vergleicht man die Fangzahlen an den Wildwechseln untereinander (KRUSKAL-WALLIS Test) so ergeben sich keine signifikanten Unterschiede bezüglich der Fangzahlen ($p> 0,05$). Das gleiche gilt für den Vergleich der Uferseiten (MANN-WHITNEY U-Test).

Diskussion

Myrmeleotettix maculatus

Die Imagines von *M. maculatus* präferieren offene sandige Böden (INGRISCH & KÖHLER 1998, KLEUKERS et al. 2004). Diese sind auch für die Eiablage von hoher Bedeutung (WÜNSCH et al. 2010). Zum Teil findet man die Art auch auf trockenem Torf (BELLMANN 2006). *M. maculatus* besiedelt in Schleswig-Holstein oftmals Kies- und andere Abbaugruben (WINKLER 2000). Die ehemalige Abbaugrube auf sandigem Grund (Fläche II) wies nach Aufgabe der Abbautätigkeiten wahrscheinlich ideale Lebensbedingungen auf. Im vorliegenden Fall hätte die Population jedoch aufgrund der fortgeschrittenen Sukzession bereits erlöschen können (vgl. MAAS et al. 2002). Allerdings wurde die Vegetationsdecke regelmäßig aufgebrochen, so dass immer wieder offene z.T. auch größere Bodenstellen entstehen konnten (vgl. Abb. 1). Zudem wird die Gehölzsukzession aufgrund der relativ hohen Nutzungsintensität des Wildes stark eingeschränkt.

Die Untersuchung zeigt, dass *M. maculatus* nahezu vollständig auf die Bereiche mit offenem Boden beschränkt und in der umgebenen Vegetation nur spärlich vertreten war. Dabei entfiel die Hälfte der Funde auf den Kontrolltransekten auf Fläche I auf Ameisenbauten, also kleinste Bodenverletzungen (vgl. RECK 1993), die für eine dauerhafte Besiedlung zu klein sein dürften. Die Imagines schienen auch in diesen Bereichen die Vegetation zu meiden (vgl. SCHLUMPRECHT 2003). Es muss beachtet werden, dass die Erfassbarkeit der Tiere bei Sichtbeobachtungen in offenem Gelände besser als in geschlossenen Vegetationsbeständen

ist, was zu einer Verzerrung der Ergebnisse geführt haben könnte. Aufgrund der Habitatwahl der Art (s.o.) ist dies jedoch eher unwahrscheinlich.

Die Art wird aufgrund der zunehmenden Zerstörung ihrer Lebensräume und den Verlust dieser durch Sukzession, sowie die zunehmende Isolation der Vorkommen in der Vorwarnliste der Roten Liste der gefährdeten Heuschrecken Schleswig-Holstein geführt (WINKLER 2000). Fortschreitende Sukzession und Verbuschung sind die meistgenannten Gefährdungsursachen für *M. maculatus* in Deutschland (vgl. DETZEL 1998, KÖHLER 2001, SCHLUMPRECHT 2003, WALLASCHEK 2004, PFEIFER et al. 2011). Als Maßnahmen zum Schutz der Art werden die Schaffung und der Erhalt von Offenbodenstellen sowie die Einschränkung der Sukzession genannt. Der Schutz derartiger Offenbodenarten ist vielfach durch eine extensive Beweidung mit Rindern möglich (SCHULZ 2003). Im vorliegenden Fall zeigt sich, dass auch wildlebende Huftiere, mindestens bei nährstoffarmen Bedingungen und in ausreichender Dichte, durch ihr natürliches Verhalten die Ansprüche an diese Pflegemaßnahmen erfüllen. Das Wild scheint somit zum Erhalt einzelner Populationen der Art trotz fortschreitender Sukzession beitragen zu können. Dabei hält es bei fehlendem Pflegemanagement durch seine habitatbildende Eigenschaften (ecosystem engineer) (vgl. JONES et al. 1994) eine Schlüsselfunktion inne. Aus Baden-Württemberg sind *M. maculatus*-Populationen bekannt, deren Habitate weniger als 100 m^2 groß sind (DETZEL 1998). Trotz des geringen Raumbedarfs (vgl. MAAS et al. 2002) dürften Populationen auf so kleinem Raum langfristig nur im Verbund mit anderen (Teil-)Populationen Bestand haben. Durch die Aktivitäten des Wildes können essentielle Trittsteine für eine Ausbreitung und für den Verbund von Vorkommen der Art entstehen und somit zum Erhalt von Meta-Populationen beitragen. Während Brunftkuhlen des Damwildes langfristig (über 50 Jahre) hinweg Bestand haben können (UECKERMANN & HANSEN 2002) und zu einem lokalen Erhalt einer (Teil-)Population führen können, unterliegen beispielsweise Wühlstellen des Wildschweins zeit- und räumlichen Dynamiken, welche sich auf Teile der Population übertragen. Somit können neue Lebensräume erschlossen werden (Neubesiedlung) oder im Falle von Katastrophen Quellpopulationen (für eine Wiederbesiedlung) überdauern (*rescue-Effekt*) (vgl. GONZALEZ et al. 1998).

Tetrix subulata

Ähnlich *M. maculatus* bevorzugt *T. subulata* offene Böden (INGRISCH & KÖHLER 1998). Nach LAUßMANN (2003) reichen bereits kleinflächige Bodenverletzungen für eine Besiedlung aus. Dabei besteht neben der Präferenz für frische bis nasse Lebensräume (LAUßMANN 2003) eine gewisse Thermophilie (DETZEL & MEINEKE 1998). ROEBER (1951, zit. in NIEHUIS & PFEIFER 2011), spricht hier von einer Hygrothermie. NIEHUIS & PFEIFER (2011) nennen beispielsweise vegetationsarme Gewässerufer als typisches Habitat.

Bei den besiedelten Wildwechseln handelte es sich um vegetationslose feuchte bis frische Uferabschnitte. Mit zunehmender Entfernung vom Ufer nahm dabei die Trockenheit zu (Feuchtegradient). Zudem ist davon auszugehen, dass die uneingeschränkte Sonneneinstrahlung auf den vegetationslosen Hängen thermische Gunstbereiche schafft. Nichtsdestotrotz bleibt eine ausreichende Bodenfeuchte aufgrund der unmittelbaren Gewässernähe erhalten. Dies sollte für beide

Uferseiten gleichermaßen gegeben sein, da der Blunker Bach im untersuchten Abschnitt von Nord nach Süd fließt und die Sonneneinstrahlung insofern auf beiden Uferseiten ähnlich ist.

Während der Erfassung konnte die Art an jedem beprobten Wechsel an beiden Uferseiten nachgewiesen werden, somit war entlang des untersuchten Gewässerabschnittes jede Störstelle von der Art besetzt. Zudem konnte *T. subulata* in nahezu jeder Falle an den Wechseln nachgewiesen werden (95%). Im Gegensatz dazu wurde die Art nur in 30% der Fallen am Kontrollstandort gefunden. Eine mögliche überproportionale Erfassung der Art an den Wechseln aufgrund einer höheren Effizienz der Fallen in offenen Habitaten bedingt durch einen geringeren Laufwiderstand oder aber der Möglichkeit, dass sich die Tiere oberhalb der Fallen in der Vegetation aufhielten ist nicht auszuschließen. Jedoch geben die Ergebnisse die Aussagen aus der Literatur zu Habitatansprüchen der Art (s.o.) recht gut wieder. So wird für sonnenexponierte, offene und feuchte Strukturen von HOCHKIRCH et al. (2000) eine Rolle als "keyfactors" für eine Besiedlung durch *T. subulata* vermutet.

Auch der im Vergleich zu anderen Arbeiten (vgl. HOCHKIRCH et al. 1999, SCHIELZETH 2000) ungewöhnlich hohe Anteil an Männchen von 84% könnte auf die eingesetzte Methode zurückzuführen sein. Bodenfallen messen nicht die Besiedlungsdichte, sondern die Aktivitätsdichte. Diese ist von der Populationsdichte und Eigenaktivität, beziehungsweise Bewegungsaktivität (Anzahl, Dauer und Radius der Bewegungen), des betrachteten Organismus abhängig (SAUERMOST & FREUDIG 1999, BRUNOTTE 2002). Da die Erfassung zum Reproduktionszeitraum stattfand, ist davon auszugehen, dass sich die Männchen auf der Suche nach Sexualpartnern mehr bewegten als Weibchen (vgl. GRÖNING et al. 2007) und deshalb eher in die Fallen gerieten. Ein weiterer Erklärungsansatz wäre eine geschlechtsspezifische Wahl von Mikrohabitaten. So konnten GRÖNING et al. (2007) zeigen, dass die Sonneneinstrahlung an Fundorten von Männchen signifikant höher war als an solchen der Weibchen. Dies würde sich mit den Beobachtungen an den sonnenexponierten Wechseln decken.

Aufgrund der relativ hohen Dichte an Wechseln bestand während der Untersuchung eine Kette aus potenziellen Habitaten entlang des Blunker Bachs. Die an den einzelnen Wechseln gefangenen Individuen könnten aufgrund der geringen Größe und räumlichen Nähe der Habitatpatches einer Population angehört haben, die sich möglicherweise auf mehrere Teilpopulationen verteilte. Neben der Habitatfunktion insbesondere der WW I und WW V, an denen Imagines beiderlei Geschlechts sowie eine Larve gefangen werden konnten, ist von einer Funktion der Wechsel als Trittsteine auszugehen. Die Wechsel bilden einen linearen Korridor entlang des Gewässers. Neben der Ausbreitung der flugfähigen Imagines könnte auch das Verdriften von Individuen im Wasser eine bei der Besiedlung der Wildwechsel spielen (vgl. KÖHLER 2001, MAAS et al. 2002). *T. subulata* gilt als gute Schwimmerin, die auch in der Lage ist zu tauchen (INGRISCH & KÖHLER 1998). Die Wildwechsel dürften den Tieren hierbei aufgrund der flacheren Uferstruktur ein leichteres Verlassen des Gewässers ermöglichen. Für die Hypothese spricht auch der hohe Anteil an brachypronotalen Tieren von über 90%, der jedoch auch der Methodik (Bodenfallen) geschuldet sein könnte.

Obwohl Bodenfallen zum Fang von Heuschrecken vielfach nicht als optimale Methode betrachtet werden (vgl. INGRISCH & KÖHLER 1998), konnte eine relativ hohe Zahl an Imagines gefangen werden. Dabei deckt sich die Präferenz der offenen Wildwechsel mit den Literaturangaben zur Habitatpräferenz der Art. Es ist anzunehmen, dass ähnlich wie im Beispiel von *M. maculatus* das Wild Lebensräume und Ausbreitungskorridore für die Art schafft und erhält.

Dank

Ich danke Christian Winkler (Bordesholm) und Dr. Alfred Bruckhaus (Ratingen) für die kritische Durchsicht des Manuskriptes. Dr. Heinrich Reck (Schwentinental) und Dr. Axel Hochkirch (Trier) seien für die Bereitstellung von Literatur gedankt. Die Untersuchungen am Institut für Natur- und Ressourcenschutz der CAU zu Kiel werden gefördert durch die Stiftung natur + mensch.

Verfasser:
Jörn Krütgen
Institut für Natur- und Ressourcenschutz
Christian-Albrechts-Universität zu Kiel
Olshausenstraße 75
24118 Kiel
E-Mail: jkruetgen@ecology.uni-kiel.de

Literatur

BAUER, B., BAUR, H., ROESTI, C. & D. ROESTI (2006): Die Heuschrecken der Schweiz. – Haupt Verlag, Bern, 352 S.

BELLMANN, H. (2006): Der Kosmos Heuschreckenführer - Die Arten Mitteleuropas sicher bestimmen. – Franckh-Kosmos-Verlags-GmbH & Co. KG, Stuttgart, 350 S.

BRUNOTTE, E. (Hrsg.) (2002): Aktivitätsdichte. – In: Lexikon der Geographie Bd. 1, Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg.

CÔTÉ, S.D., ROONEY, T.P., TREMBLAY, J.-P., DUSSAULT, C. & D.M. WALLER (2004): Ecological Impacts of Deer Overabundance. – Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics 35: 113-147.

DETZEL, P. (1998): *Myrmeleotettix maculatus* (THURNBERG, 1815). – In: DETZEL, P. (Hrsg.): Die Heuschrecken Baden-Württembergs. – Verlag Eugen Ulmer GmbH & Co., Stuttgart (Hohenheim): 460-465.

DETZEL, P. & T. MEINEKE (1998): *Tetrix subulata* (LINNAEUS, 1758). – In: DETZEL, P. (Hrsg.): Die Heuschrecken Baden-Württembergs. – Verlag Eugen Ulmer GmbH & Co., Stuttgart (Hohenheim): 332-336.

GONZALEZ, A., LAWTON, J.H., GILBERT, F.S. & T.M. BLACKBURN (1998): Metapopulation Dynamics, Abundance, and Distribution in a Microecosystem. – Science 281: 2045-2047.

GRÖNING, J., LÜCKE, N., FINGER, A. & A. HOCHKIRCH (2007): Reproductive interference in two ground-hopper species: testing hypotheses of coexistence in the field. – Oikos 116: 1449-1460.

HAMMER, M. (2011): PAST – Reference manual. Internet: http://folk.uio.no/ohammer/past/ past.pdf (Abruf: 22.11.2011).

HOCHKIRCH, A., FOLGER, M., LÄNDER, S., MEYER, C., PAPEN, M. & M. ZIMMERMANN (1999): Habitatpräferenzen von Tetrix subulata (Linnaeus, 1758) und Tetrix tenuicornis (Sahlberg, 1893) in einer Sandkuhle bei Bremen (Orthoptera: Tetrigidae). – Articulata 14 (1): 31-43.

HOCHKIRCH, A., GRÖNING, J., LOOS, T., METZING, C. & M. REICHELT (2000): Specialized Diet and Feeding Habits as Key Factors for Habitat Requirements of the Grasshopper Species *Tetrix subulata* (Orthoptera: Tetrigidae). – Entemologia Generalis 25 (1): 39-51.

INGRISCH, S. & G. KÖHLER (1998): Die Heuschrecken Mitteleuropas. – Westarp Wissenschaften, Magdeburg, 460 S.

JONES, C.J., LAWTON, J.H. & M. SHACHAK (1994): Organisms as ecosystem engineers. – Oikos 69: 373-386.

KLEUKERS, R., VAN NIEKERKEN, E., BAUDEWIJN, O., WILLEMSE, L. & W. VAN WINGERDEN (2004): De Sprinkhaken en Krekels van Nederland (Orthoptera). – Nederlandse Fauna 1. – Nationaal Natuurhistorisch Museum, KNNV Uitgeverij & EIS-Nederland, Leiden, 415 S.

KÖHLER, G. (2001): Fauna der Heuschrecken (Ensifera et Caelifera) des Freistaates Thüringen. Naturschutzreport Jena 17, 378 S.

LAUßMANN, H. (2003): Säbeldornschrecke *Tetrix subulata* (Linnaeus, 1758). – In: SCHLUMPRECHT, H. & G. WAEBER (Bearb.): Heuschrecken in Bayern. – Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart: 170-172.

MAAS, S., DETZEL, P. & A. STAUDT (2002): Gefährdungsanalyse der Heuschrecken Deutschlands. Verbreitungsatlas, Gefährdungseinstufung und Schutzkonzepte. – Bundesamt für Naturschutz, Bonn-Bad Godesberg, 402 S.

NIEHUIS, M. & M.A. PFEIFER (2011): Säbel-Dornschrecke – Tetrix subulata (Linnaeus, 1758). – In: PFEIFER, M.A., NIEHUIS, M. & C. RENKER: Die Fang- und Heuschrecken in Rheinland-Pfalz. - Fauna und Flora in Rheinland-Pfalz, Beiheft 41: 343-349.

PFEIFER, M.A., NIEHUIS, M. & C. RENKER (2011): Die Fang- und Heuschrecken von Rheinland-Pfalz. – Fauna und Flora in Rheinland-Pfalz, Beiheft 41, 678 S.

RECK, H. (1993): Haben Tierbauten eine Bedeutung als Habitatbaustein für den Feldgrashüpfer (*Chorthippus apricarius* L. 1758)? – Articulata 8 (1): 45-51.

RECK, H., THIEL-EGENTER, C. & A. HUCKAUF (2009): Pilotstudie "Wild + Biologische Vielfalt".– Stiftung natur + mensch, Bonn, 146 S.

ROEBER, H. (1951): Die Dermapteren und Orthopteren Westfalens in ökologischer Betrachtung. – Abhandlungen aus dem Landesmuseum für Naturkunde zu Münster in Westfalen 14 (1): 3-60.

SAUERMOST, R. & D. FREUDIG (Red.) (1999): Aktivitätsdichte. – In: Lexikon der Biologie Bd. 1, Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg.

SCHIELZETH, H. (2000): Mobilität von *Tetrix subulata* und *T. undulata*. – NVA-Seminarbericht 6: 88-91.

SCHLUMPRECHT, H. (2003): Gefleckte Keulenschrecke *Myrmeleotettix maculatus* (THUNBERG, 1815). – In: SCHLUMPRECHT, H. & G. WAEBER (Bearb.): Heuschrecken in Bayern. – Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart: 268-271.

SCHULZ, B. (2003): Die Reaktion ausgewählter Tierartengruppen (Coleoptera: Carabidae und Orthoptera: Acrididae) auf eine großflächige Extensivbeweidung am Beispiel der Weidelandschaft Oberes Eidertal. – Dissertation an der Agrar- und Ernährungswissenschaftlichen Fakultät der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, 183 S.

STEWARD, A.J.A. (2001): The impact of deer on lowland woodland invertebrates: a review of the evidence and priorities for future research. – Forestry 74/3, 259-270.

UECKERMANN, E. & P. HANSEN (2002): Das Damwild. Biologie, Hege und Jagd. – Franckh-Kosmos-Verlag, Stuttgart, 327 S.

WALLASCHEK, M. (2004): *Myrmeleotettix maculatus* (THUNBERG, 1815) Gefleckte Keulenschrecke. – In: WALLASCHEK, M., LANGNER, T.J. & K. RICHTER (Bearb.): Die Geradflügler des Landes Sachsen-Anhalt (Insecta: Dermaptera, Mantoda, Blattoptera, Ensifera, Caelifera). – Berichte des Landesamtes für Umweltschutz Sachsen-Anhalt (Halle), Sonderheft 5: 174-175.

WINKLER, C. (2000): Die Heuschrecken Schleswig-Holsteins – Rote Liste. Landesamt für Natur und Umwelt (Hrsg.), Flintbek, 54 S.

WÜNSCH, Y., SCHIRMEL, J. & T. FARTMANN (2010): Habitatnutzung juveniler *Myrmeleotettix maculatus* (Caelifera: Gomphocerinae) und *Platycleis albopunctata* (Ensifera: Tettigoniinae) in Küstendünen. – Articulata 25 (2):167-183.